

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AD

(11)Publication number : 2000-244402

(43)Date of publication of application : 08.09.2000

(51)Int.Cl. H04B 10/02
H04J 14/00
H04J 14/02

(21)Application number : 2000-041688

(71)Applicant : JDS UNIPHASE INC

(22)Date of filing : 18.02.2000

(72)Inventor : KEYWORTH BARRIE

(30)Priority

Priority number : 99 2262291
99 294912

Priority date : 19.02.1999
20.04.1999

Priority country : CA

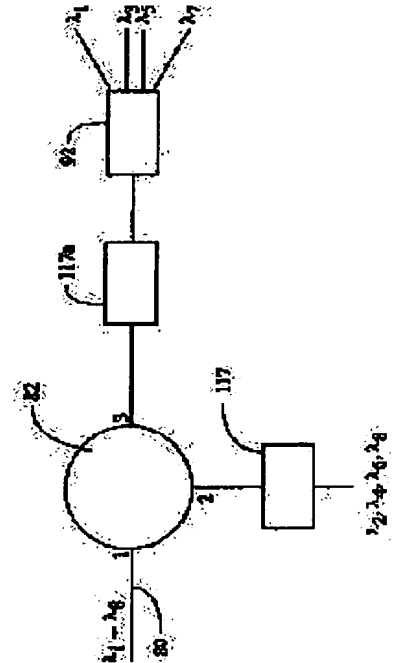
US

(54) OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely separate wavelength multiplex channels with a dense channel interval without occurrence of crosstalks in spite of employing an existing Medicare filter.

SOLUTION: The optical system is provided with an optical circulator having ports 1, 2, 3, and the port 1 receives wavelength multiplex channels λ_1 - λ_8 . The wavelength multiplex channels λ_1 - λ_8 pass through an etalon 117 connected to the port 2 of the circulator 82, through which even numbered channels λ_2 , λ_4 , λ_6 , λ_8 are separated. Then the channels reflected in the etalon 117 pass through the port 3 of the circulator 82 and are led to an etalon 117a, where odd numbered channels pass through and an existing wavelength division multiplexing WDM device 92 separates the odd numbered channels into the respective channel signals.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-244402

(P2000-244402A)

(43) 公開日 平成12年9月8日 (2000.9.8)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H04B 10/02		H04B 9/00	U
H04J 14/00			E
14/02			

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全15頁)

(21) 出願番号 特願2000-41688 (P2000-41688)

(22) 出願日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(31) 優先権主張番号 2262291

(32) 優先日 平成11年2月19日 (1999.2.19)

(33) 優先権主張国 カナダ (CA)

(31) 優先権主張番号 09/294912

(32) 優先日 平成11年4月20日 (1999.4.20)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500003660

ジェイディーエス ユニフェイズ インコーポレイテッド

JDS Uniphase Inc.

カナダ オンタリオ州 K2G5W8 ネビアン ウェストハントクラブロード 570

(72) 発明者 バリー キーワース

カナダ オンタリオ州 K2S 1M2

スティットスヴィール ジャクリーヌクレセント45

(74) 代理人 100093894

弁理士 五十嵐 清

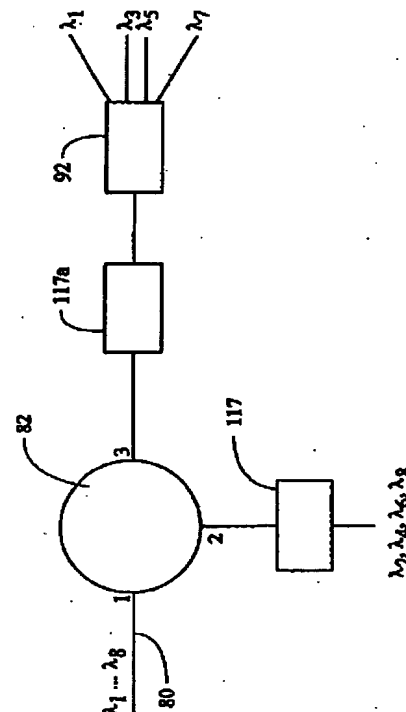
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光システム

(57) 【要約】

【課題】 チャンネル間隔が密の波長多重化チャンネルを既存の杜撰なフィルタを用いるにも拘らず漏話無しに確実に分離する。

【解決手段】 ポート1、2、3をもつ光サーキュレータ82を備え、ポート1に波長多重チャンネル $\lambda_1 \sim \lambda_8$ を入力する。波長多重チャンネル $\lambda_1 \sim \lambda_8$ はサーキュレータ82のポート2に接続されたエタロン117を通して偶数チャンネル $\lambda_2, \lambda_4, \lambda_6, \lambda_8$ を分離する。そして、エタロン117から反射したチャンネルはサーキュレータ82のポート3からエタロン117aに導き、奇数チャンネルを透過し、既存のWDMデバイス92で個別の各チャンネル信号に分離する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の多重化された光チャンネルを持つ光信号を受ける少なくとも一つの入力ポートと、多重分離化された光チャンネルを受ける複数の出力ポートとを持つ第一インターリーパー・多重分離化／多重化回路と；第一インターリーパー・多重分離化／多重化回路と光学的に結合され、複数の受光ポートおよび多重化光信号を受ける少なくとも一つの出力ポートを持つ第二インターリーパー・多重化／多重分離化回路と；少なくとも一つの制御信号に依存して第一および第二インターリーパー回路間に伝搬する光の少なくとも一つの波長帯域の方向を動的に制御するコントローラーと；を有することを特徴とする光システム。

【請求項 2】 二つのインターリーパーの一つまたは両方から、および／又はそれらへ光信号を導くために、二つのインターリーパーの少なくとも一つに光学的に結合された光サーキュレータを有することを特徴とする請求項 1 記載の光システム。

【請求項 3】 第一インターリーパー回路と第二インターリーパー回路間の導波路に光を結合する手段を有することを特徴とする請求項 1 記載の光システム。

【請求項 4】 第一インターリーパー回路と第二インターリーパー回路間の導波路に光を結合する第一および第二インターリーパー回路の一つに光学的に結合された少なくとも一つのアドポートを有することを特徴とする請求項 1 記載の光システム。

【請求項 5】 特定チャンネルの波長帯域に依存して光のチャンネルを反射または通過せざる、第一および第二インターリーパー回路間に設けられた複数のブラッグ

(Bragg) 格子を有することを特徴とする請求項 1 記載の光システム。

【請求項 6】 特定チャンネルの波長帯域に依存して光のチャンネルを反射または通過せざる、第一および第二インターリーパー回路間に設けられた複数のブラッグ

(Bragg) 格子を有することを特徴とする請求項 4 記載の光システム。

【請求項 7】 ブラッグ (Bragg) 格子には同調型のものを含むことを特徴とする請求項 5 記載の光システム。

【請求項 8】 同調型ブラッグ (Bragg) 格子はコントローラーによって与えられる制御信号に応答性を有することを特徴とする請求項 7 記載の光システム。

【請求項 9】 複数の多重化された光チャンネルを持つ光信号を受ける少なくとも一つの入力ポートと、多重分離化された光チャンネルを受ける複数の出力ポートとを持つ第一インターリーパー・多重分離化／多重化回路と；第一インターリーパー・多重分離化／多重化回路と光学的に結合され、複数の受光ポートおよび多重化光信号を受ける少なくとも一つの出力ポートを持つ第二インターリーパー・多重化／多重分離化回路と；少なくとも一つの制御信号に依存して第一および第二インターリー

パー回路間に伝搬する光の少なくとも一つの波長帯域を方向付けするための方向制御回路と；を有することを特徴とする光システム。

【請求項 10】 中に集積導波路を持ち、複数のポートにおいて複数のデインターリーブされたチャンネルを提供する第一集積導波路ブロックと；第一集積導波路ブロックの複数のポートと光学的に結合され、特定のチャンネルを出力ポートに向かって、またはドロップポートに向かって導く複数の同調型格子を中に持つ第二集積導波路ブロックと；中に集積導波路ブロックを持ちデインターリーブされたチャンネルの少なくとも幾つかを受け、インターリーブし、そのチャンネルを出力ポートに導く第三集積導波路ブロックと；を有することを特徴とするチャンネルのアドとドロップの少なくとも一方の動作を行う集積型の光システム。

【請求項 11】 デインターリーブされたチャンネルから信号エネルギーの一部を受け、前記チャンネルの多重分離化を提供するようにその中に複数の格子を持つモニター導波路ブロックを有することを特徴とする請求項 10 記載の光システム。

【請求項 12】 デインターリーブされたチャンネルから信号エネルギーの一部を受け、前記チャンネルの多重分離化を提供するようにその中に複数の格子を持つモニター導波路ブロックを有することを特徴とするチャンネルのアドとドロップの少なくとも一方の動作を行う集積型の請求項 1 記載の光システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一般的に多重分離化の分野に関し、より詳細には光信号を特定の位置に導き、多重化、多重分離化等を行う光回路（光システム）に関するものである。

【0002】

【発明の技術背景】 光ファイバのような光導波路を通して高速度でチャンネル化された情報を運ぶ手段として光信号を使用することは、伝搬損失が低く、光システムは電磁干渉 (EMI) を受けず、より大きいチャンネル容量を持つので、それはマイクロ波リンク、同軸ケーブル、および撚銅線を使用する方式のような他の方式よりも好ましい。高速光システムは、数メガビット／秒から数十ギガビット／秒の信号速度を持つ。

【0003】 光通信システムは、通信ネットワークの殆ど何処にもある。ここでの「光通信システム」の表現は、総ての光路を通ず二点間の情報を伝える総ての波長で、光信号を使用する総てのシステムを包含する。光通信システムは例えば、ここに参考文献として組み入れた Gower, 編集 光通信システム (Prentice Hall, ニューヨーク) 1993 年に、および P. E. Green, Jr. によって「ファイバ光ネットワーク」 (Prentice Hall, ニュージャージー) 1993 年に開示されている。

【0004】通信容量は、光ファイバの増大し続ける情報量を伝達するために更に増加し、データ伝達速度は増大し、利用可能な帯域は不足供給源となってきた。

【0005】高速データ信号は、遠隔地へのデータ通信用伝送媒体を共有する色々なデータ・ストリームの集合（または多重化）によって形成される複数の信号である。波長分割多重化（WDM）は、利用可能な資源（帯域供給源）をより効果的に使用する手段として光通信システムに一般的に使用される。

【0006】WDMにおいて、各高速データチャンネルは、その情報を一本の光導波路に予め割り当てられた波長で伝達する。受信器端では、異なる波長のチャンネルは一般に狭帯域フィルタによって分離され、次いで続く処理において検出され、または使用される。実際、WDMシステムにおいて一本の光導波路によって運ばれるチャンネルの数は、漏話、光増幅器の狭動作帯域および／又は光ファイバの非直線性によって制限される。その上、このようなシステムは、WDMシステムのコストを増加し、その複雑さを増す、正確な帯域選択、安定な同調型レーザやフィルタ、およびスペクトル純度を必要とする。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来の光フィルタによっては適切に濾過されない隣接配置されたチャンネルを濾過、分離する方法とそのシステムに関する。本発明の重要な部分は、特定の受信先へ光信号を導くために光経路が動的に構成され、制御されるようなシステムに関する。本発明の一側面では、例えば同じ譲受人に譲渡された米国特許出願No. 08/864, 895に記述されたもののようなデインターリーパー・フィルタを使用して、隣接する光チャンネルに対応する密接に配置された波長を最初に多重分離化することにより、不十分な傾斜と応答を持つ安価な“杜撰”フィルタを使用させるようにする、構成可能なアッド（追加）／ドロップ回路が提供されている。

【0008】本発明は、総ての交番チャンネルを二つのデータ・ストリームにデインターリーブ、またはインターリーブするデインターリーパーには限定されず、例えば図15に示されるように更に間隔をあけられたチャンネルの幾つかのストリームに多重分離化するデインターリーパー／インターリーパーを含む。

【0009】現在、高速光通信システムに対して国際的に同意されたチャンネル間隔は、隣接チャンネルの中心波長間の0.8 nmに等価な100 GHzであり、例えば隣接チャンネルの中心波長間の1.6 nmに等価な200 GHzチャンネル間隔を超える。勿論、隣接チャンネル間の波長分離が減少するので、漏話のない超狭帯域濾過の可能な、より正確な多重分離化回路への必要性および要求が増加する。今日の利用可能な技術でもって、0.4 nm以下に離隔されたチャンネルを漏話なしに分離す

るために従来の二色性フィルタを使用することは、このようなフィルタは製造が不可能ではないとしても困難であるので、実際的ではない。

【0010】隣接チャンネル間のチャンネル間隔は少なくとも二つの信号のそれぞれにおいてよりも大きく、そのことによって少なくとも二つの信号のそれぞれによって運ばれるチャンネルを多重分離化するために、より精度の低いフィルタで十分である、密接に配置されたチャンネルを持つ光信号を少なくとも二つの光信号に分離する回路を利用することが、本発明の一面の目的である。多重分離化されたデータチャンネルをアッド（追加）、またはドロップする動的に構成可能なアッド／ドロップ回路を提供することが、本発明の別の目的である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明によれば、既知のDWDM構成要素と統合できる、新しい、効果的なデインターリーブ／インターリーブ技術が提供され、狭いチャンネル間隔と高チャンネルカウントを持つ非常に高性能のモジュラー型デバイスを産み出す。本発明によるこれらの新しい組み合わせデバイスは、低損失、低漏話、高絶縁（高アイソレーション）、均一なチャンネル応答、および低減された温度感度による卓越したチャンネル精度を含む優れた性能特性を示す。本発明によるデバイスは、チャンネルカウント（チャンネル数）を増加し、低減されたチャンネル間隔の使用を可能にするように既存のシステムに直接適用できる。

【0012】本発明によれば、以下の構成の光システムが提供される。すなわち、複数の多重化された光チャンネルを持つ光信号を受ける少なくとも一つの入力ポートと、多重分離化された光チャンネルを受ける複数の出力ポートとを持つ第一デインターリーパー／インターリーパー・多重分離化／多重化回路（以下、第一インターリーパー・多重分離化／多重化回路ともいい、さらに簡略化して第一インターリーパーともいう）と；第一インターリーパー・多重分離化／多重化回路と光学的に結合され、複数の受光ポートおよび多重化光信号を受ける少なくとも一つの出力ポートを持つ第二デインターリーパー／インターリーパー・多重化／多重分離化回路（以下、第二インターリーパー・多重化／多重分離化回路ともいい、さらに簡略化して第二インターリーパーともいう）と；少なくとも一つの制御信号に依存して第一および第二デインターリーパー／インターリーパー回路間に伝搬する光の少なくとも一つの波長帯域の方向を動的に制御するコントローラと；を有する光システムが提供される。

【0013】また、本発明の他の面において、複数の多重化された光チャンネルを持つ光信号を受ける少なくとも一つの入力ポートと、多重分離化された光チャンネルを受ける複数の出力ポートとを持つ第一デインターリーパー／インターリーパー・多重分離化／多重化回路（第

10

20

30

40

50

一インターリーパー・多重分離化／多重化回路)と；第一インターリーパー・多重分離化／多重化回路と光学的に結合され、複数の受光ポートおよび多重化光信号を受ける少なくとも一つの出力ポートを持つ第二インターリーパー／インターリーパー・多重化／多重分離化回路(第二インターリーパー・多重化／多重分離化回路)と；少なくとも一つの制御信号に依存して第一および第二インターリーパー回路間に伝搬する光の少なくとも一つの波長帯域を方向付けするための方向制御回路と；を有する光システムが提供される。

【0014】本発明のさらに別の面によれば、以下を有する光システムが提供される。すなわち、中に集積導波路を持ち、複数のポートにおいて複数のデインターリーブされたチャンネルを提供する第一集積導波路ブロックと；第一集積導波路ブロックの複数のポートと光学的に結合され、特定のチャンネルを出力ポートに向かって、またはドロップポートに向かって導く複数の同調型格子を中に持つ第二集積導波路ブロックと；中に集積導波路ブロックを持ちデインターリーブされたチャンネルの少なくとも幾つかを受け、インターリーブし、そのチャンネルを出力ポートに導く第三集積導波路ブロックと；を有することを特徴とするチャンネルのアドとドロップの少なくとも一方の動作を行う集積型の光システムが提供される。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を添付の図面を用い、実施形態例に基づいて説明する。図2には、それぞれλ1およびλ2に中心を置く二つの隣接チャンネルを通過するように設計された二つのフィルタに対する波長応答10および20が示されている。フィルタは、200GHz光システムで動作するように設計されており、ここで隣接チャンネルの中心波長間の距離は1.6nmである。

【0016】フィルタの応答10および20は、点線によって示された境界を持つことが示され、その境界間内部で、各レーザーが各チャンネルに対するデータ信号を提供する。こうして、例えばフィルタ応答10に対応するチャンネル1の光データ信号を提供するように動作するレーザーは、対応する点線10aと10bの波長間で動作しなければならず、同じ仕方でチャンネル2に対して光信号を提供するレーザーは、点線20aと20b間にある波長を持つ光データ信号を提供するように動作しなければならない。

【0017】データの完全性が保存されるように光システムが動作するために、隣接チャンネル間の漏話は最小限にされなければならず、少なくとも予め定められた許容最大レベル(−20dB)未満でなければならない。図2に、フィルタ20の応答がフィルタ10の応答と重畳するように示され、重畳部分は斜線の引かれた三角領域40で示されている。更に、点線10bが点50でフィル

タ10の応答を示す斜線を横切るように示されている。こうして、もし点線10bと20a間の距離(あるいはチャンネル間隔)が縮小される、すなわち与えられた帯域幅に対してトータルのチャンネル数を増加することによりより過密な通信システムを持つようにされるならば、隣接チャンネル間の漏話は示されるフィルタの許容最大レベル(−20dB)を超えるであろう。

【0018】0.8nmに等価な100GHzチャンネル間隔が実行された時、出力応答10および20で描かれたフィルタは、チャンネル1および2を十分に分離せず、高レベルの漏話がデータの読出しに悪影響を与える。この場合、図2に示された従来の二色性フィルタは十分ではなく、漏話は許容最大レベルを超えるであろう。

【0019】本発明の一つの面は、チャンネル化された光信号、すなわち密接スペースで多重化された信号を、最初に、それぞれが複数のより疎のスペースの多重化チャンネルで構成される複数の密度のより疎のチャンネル化信号に多重分離化する光回路を利用する。回路の第一端部に入射した複数のチャンネルに回路が多重化機能を実施する第一方向においては、それはインターリーパー回路であり、複数の多重分離化チャンネルを提供するために反対側の端部でそこに入射した複合信号に回路が多重分離化機能を実施する反対方向においては、それはデインターリーパー回路として作用する。しかしながら、用語インターリーパー回路は、以後このインターリーパー／デインターリーパー回路を意味するために用いられる。このようなインターリーパー回路の一つがCohenの名による米国特許No. 5,680,490に楕円分割フィルタとして開示されている。

【0020】本発明の実施形態例を示す図1を参照して、入力ポート101、ファブリ・ペローエタロンフィルタ110と結合された第二ポート102、および出力ポートとして作用する第三ポート103を持つ3ポート光サーキュレータ(循環器)を含む光インターリーパー回路が示されている。ファブリ・ペローエタロンフィルタ110は、共振光空洞を形成する或る固定間隙だけ分離して互いに向き合う二つの部分的な反射鏡、あるいは反射表面を持つ。

【0021】一般的に、エタロンフィルタのスペクトル特性は、鏡または反射表面の反射率、および鏡(または反射表面)間の間隙(または空間)の長さで決定される。ファブリ・ペロー原理により広帯域光ビームは濾過され、それによって周期的スペクトル通過帯域が実質的にフィルタの外に伝達される。その逆に、もし鏡または反射表面の反射率が適当に選択されれば、dnmだけシフトされた周期的スペクトル通過帯域は実質的に入力鏡表面から後方(逆方)に反射される。Ipの名のJSDFitel Inc.に譲渡された米国特許No. 5,283,845に開示されたような可調整ファブリ・ペローデバイスにおいて、スペクトル通過帯域の中心波長の同調(調整)は一般的に有効

空洞長(間隔)を変化させることにより達成される。

【0022】図3、4、5、6、7には五個の異なるファブリ・ペローエタロンデバイス113、114、115、116、117とその出力応答曲線が、それらの性能について最不適状態から最適状態にわたって示され、記述されている。図3(A)は、1.6nmFSR(自由スペクトラム域)と1.5のフィネスを持つ図3(a)に示すような2-鏡エタロン(2つの鏡を持つエタロン)用に対する出力応答を示す。

【0023】実線で示された第一曲線は、波長1548nmから1552nmに亘る入力光に対する一個のエタロン113のdBsでの周期的透過応答である。点線で示される同図の第二曲線群は、同じ波長範囲内における同じエタロン113の反射応答を描く。波長 λ_1 (1549.2nm)および λ_3 (1550.85nm)において、エタロンに入射した入力光からの反射光の強度は約-3dBだけ減衰されていることが分かる。

【0024】更に、波長 λ_2 (1550nm)および λ_4 (1551.6nm)において、エタロンに入射した入力光の実質的に総てが、2つの鏡を通してエタロン113の出力ポートに透過されていることが分かる。エタロンは0.4nmの帯域幅を持つ隣接チャンネルを通過しおよび反射するように使用されるべきであるから、この場合波長 λ_2 および λ_4 におけるエタロンの応答は、反射が約-25dBを超えない少なくとも0.4nmのウィンドウを持つことが好ましい。

【0025】より一般的な用語で述べるならば、波長 λ_1 および λ_3 においてエタロンの入力ポートに入射した殆どの光は後方に反射され、波長 λ_2 および λ_4 における殆どの光はエタロンを通して透過されるのが望ましい。しかしながら、図3(A)のグラフから分かるように、 λ_2 すなわち1550nmにおける透過ウィンドウは-23dBにおいて僅か0.06nm幅である。

【0026】-3:2dBにおける応答曲線で示されるように、波長 λ_1 および λ_3 において、そして0.4nmウィンドウ内では、エタロンに入射した入力光の約半分またはそれ以上が反射される。エタロンの周期性により光の多重波長はデバイスを通して進められ、他の隣接する波長は後方に反射させられ、それによって多重チャンネル化された入力光信号を二つのより低密度の光信号に分離する。

【0027】図4を参照して、1.6nmのFSRと $R_2=4R_1/(1+R_1)^2$ として $R_1=0.05$ の反射率を持つ3-鏡二空洞エタロン(3つの鏡と2つの空洞を持つエタロン)114に対する応答曲線が示されている。図4(a)に示されるように、反射率 R_2 を持つ鏡が反射率 R_1 を持つ外側の鏡の間に挟まれ、およびそれらから距離Sだけ離隔して置かれるように、鏡は配置される。このデバイスに対する図4(A)の応答曲線によって、波長 λ_1 および λ_3 において反射は-2.84dBであり、それによってエタロ

ン113に対してよりもこれらの波長においてより少ないチャンネル減衰を示すことが分かる。

【0028】更に、波長 λ_2 および λ_3 に対応するチャンネルに対する-23dBでの透過ウィンドウは0.27nmであり、これは再び単一空洞エタロン113の応答に対する改良である。しかしながら、エタロン114は隣接チャンネル間に十分な絶縁を提供しない。

【0029】図5において、2組の3-鏡二空洞エタロン(3つの鏡と2つの空洞を持つエタロン)115に対する応答曲線が図5(A)に示されるように、反射モードで示されている。図5(a)に示される各エタロン115は1.6nmのFSRと $R_1=0.1$ の反射率を持つ。この構成において、光は第一エタロン115に入射し、第一エタロン115から反射された信号は、第二エタロン115から再び反射される。

【0030】各エタロンに対してウィンドウは、波長 λ_2 および λ_4 に対応するチャンネルのピークから10dBにおいて約0.42nmであり、こうして二重経路で反射された信号から λ_2 および λ_4 の拒絶(排除)に対する約0.42nmのウィンドウを提供する。

【0031】図6は、 $R_1=0.21$ で二つの二重空洞エタロン(図6(a))を持つ2パス透過システムの応答曲線(図6(A))を示す。この場合、波長 λ_1 および λ_3 に対応するチャンネルは各エタロン116用0.4nmウィンドウ内で実質的に阻止され、実質的に阻止された(反射)波長 λ_1 および λ_3 に対応する隣接するチャンネル1および3からの漏話を許容レベルに抑えて、略100パーセントの透過が波長 λ_2 および λ_4 に対して与えられる。

【0032】この構成に対しては、性能を劣化させる二つのエタロン116間の多重反射を避けるように注意しなければならない。これは光ビームを小さな角度で116を通過させることにより、または二つのエタロン116間に光アイソレータを置くことにより達成できる。

【0033】図7について、同図の(a)に示すように互いから距離Sだけ離隔した4-鏡エタロン(4つの鏡を持つエタロン)117に対する応答曲線が同図の(A)に示され、ここで $R_1=0.2$ および $R_2=0.656$ である。 $R_1=0.2$ および $R_2=0.656$ である4-鏡構成で規定されるマルチ(多重)空洞エタロンを持つこの実施形態例では、応答は先に説明されたエタロン設計に対してより更に改善される。

【0034】この場合、図7(A)を参照して見られるように、チャンネル λ_1 および λ_3 は-19.8dBにおいて約0.40nmの範囲に亘って実質的に阻止され、チャンネル λ_2 および λ_4 に対しては-1dBにおいて約0.40nmの透過ウィンドウがある。反射に関して、チャンネル λ_1 および λ_3 は殆ど完全に反射され、反射信号から λ_2 および λ_4 の残留レベルを除去するために追加の濾過が必要になるであろうが、 λ_2 および λ_4 は反

射信号から大幅に無くなる。

【0035】マルチ(多重)空洞エタロン構造を提供することにより、応答は単一空洞エタロンのそれに対してかなり改善される。

【0036】エタロン116や117のような周期的応答を持つデバイスを使用することにより、光波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、…に対応するチャンネル1、3、5、…は光波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_6 、…に対応する隣接して密接間隔のチャンネル2、4、6、…から実質的に分離され、後者はデバイスを通して透過された波長またはチャンネルに相当し、前者はエタロンから後方のデバイスの入力ポート端部に、およびそこに取り付けられた導波路に反射される波長またはチャンネルに相当する。

【0037】図1に示された光回路は、密接に配置されたチャンネルを持つ光信号をファブリ・ペローエタロンへ、およびそこから結合する手段としての光サーキュレータを示すが、しかしながら50/50分割器、または入力信号および反射出力信号に対する分離ファイバのような他の結合手段も考えられる。本質的にこの手段によって光はエタロンに入射し、後方への反射を経てその入力ポート端部でエタロンから出、またはエタロンを通した透過を経てその出力ポートの端部でエタロンから出なければならない。

【0038】本発明による回路は、密接に配置されたチャンネルの連続から、交番チャンネルを次の濾過および処理に対する二つの光信号に分離するのに良く適しているが、この回路はまた予め定められた間隔だけまたはその倍数だけ離隔された複数のチャンネルを分離するのにも適している。

【0039】例えば逐次的に間隔を持ったチャンネルが互いに0.8nmの距離だけ離隔し、波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_5 、 λ_6 、 λ_7 がチャンネル1、2、5、6、7に対応する単一の光信号に多重化されるシステムにおいて、波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、 λ_7 は第一光信号に分離され、第二光信号はエタロン110に入射された後、1.6nmの自由スペクトル範囲を持って、波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_6 を含む。チャンネル1、3、5、7の部分はチャンネル2、4、6、8と共にエタロンを通過するので、チャンネル2、4、6、8を多重分離化するために次の処理が必要である。

【0040】図3または図4に示されたエタロンと関連して図8には、チャンネル1、2、3、4、…8を運ぶ複合光信号をチャンネル1、3、5、7を運ぶ第一信号と、チャンネル2、4、6、8を運ぶ第二信号に多重分離化する本実施形態例のサブシステムが示されている。このサブシステムは、より大きな通信システムの一部でもある。例として、およびこの記述の目的のために、このシステムにおいて使用されるエタロンは、図7(a)に示され、記述されたものである。

【0041】サブシステムの第一端部に複合光信号を運

ぶ光ファイバ80がある。光ファイバ80の出力端部は光サーキュレータ82の入力ポート1に結合されている。次に続く循環ポート2に結合されるものはこれまで記述してきたように、本発明によればファブリ・ペローエタロン117である。

【0042】エタロン117の出力ポートはチャンネル2、4、6、8を分離するために従来のフィルタ手段(図示せず)に結合される。光サーキュレータ82のポート3は、同じFSRを持つ第二エタロン117aに接続されるが、その出力応答はチャンネル2、4、6、8が十分に除去されることを確実にするためにdだけシフトされる。更に、複数の二色性フィルタ92の形式の従来のフィルタ手段がチャンネル1、3、5、7を分離するために設けられている。

【0043】図8のサブシステムの動作は以下の通りである。波長 λ_1 、… λ_8 に中心を持つ波長に対応するチャンネル1、2、3、…8を含む光ビームは、光ファイバ80に入射し、光サーキュレータ82のポート1に入りポート2で第一ファブリ・ペローエタロン117に向かってポート2を出る。エタロン117から反射された光は、サーキュレータ82のポート3に伝搬し、次いでエタロン117aに通過され、更に従来のWDMデバイス92で多重分離化され、随意的に増幅される。

【0044】エタロン117は本質的に光波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、 λ_7 を反射し、実質的に波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_6 、 λ_8 の総てを透過する。ここで λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 、…のように波長が記述された時、それは実際にはこれらの中心波長についての狭い予め定められた波長帯域であり、各帯域は参照されてきた各自のチャンネルを構成している、と言うことが理解されるべきである。

【0045】しかしながら、エタロン117からの反射は波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_6 、 λ_8 の許容光レベルよりも若干高いものを含む。第二エタロン117aは波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、 λ_7 の信号との干渉を避けるために、波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_6 、 λ_8 の光の残留レベルを除去するために必要である。

【0046】図10に示す実施形態例は、十分な絶縁(アイソレーション)を達成するために各エタロン115からの二つの反射が必要である点を除いて図9に示す実施形態例のものと同様である。この絶縁目的を満足するために、これまで記述してきた3ポートサーキュレータを置き換える4ポートサーキュレータが使用される。

【0047】図11aは、二つの光ファイバ間の入力光信号を分割する50/50分割器を使用する実施形態例のシステムを示す。上側光ファイバにおいては、二つのエタロン116が波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_6 、 λ_8 の光のみを透過する。下側ファイバにおいては、二つのエタロン116aが λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、 λ_7 のみを透過する。

【0048】図11bに示す実施形態例は、50/50分割器の3dB損失を除去した中心波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、 λ_7 の光のみを透過する。

5、および入7を持つチャンネル1から7に対応する光を得るためにエタロン116からの反射信号が使用される。示されるように反射信号は別の光ファイバに捕らえられるが、代替的には、光サーキュレータが使用される。

【0049】図12の実施形態例を参照して、本発明による光学的アッド（追加）-ドロップ回路が示されている。回路120は、それぞれ中心波長 $\lambda_1 \sim \lambda_6$ を持つチャンネル1から6を受ける入力導波路124を持つ第一インターリーパー回路122aを含む。出力導波路126aは第一光サーキュレータ128aへの供給用としてチャンネル1、3、5を受け、出力導波路126bは第二サーキュレータ128bへの供給用としてチャンネル2、4、6を受ける。第一サーキュレータ128aは、チャンネル1、3、または5のいずれかを反射または通過させるためにそこに配置された同調型ブラッグ（Bragg）格子1、3、5を持つ導波路134aを経て第二インターリーパー回路122bと光学的に結合される。

【0050】第二サーキュレータ128bは、チャンネル2、4、または6のいずれかを反射または通過させるためにそこに配置された同調型Bragg格子2、4、6を持つ導波路134bを経て第二インターリーパー回路122bと光学的に結合される。アッドポート136aおよび136bは新しい信号を回路に追加するためにそれぞれ導波路134aおよび134bと光学的に結合される。光サーキュレータ128aおよび128bの各々のポート3は出力ポート、あるいは“ドロップ”ポートとして作用する。

【0051】回路120は次の方法で動作する。複合入力信号が導波路124に入射し、第一インターリーパー回路122aは複合信号を二つのデータ・ストリームに多重分離化/デインターリーブする。チャンネル1、3、5より成る第一データ・ストリームは導波路126aに導かれ、チャンネル2、4、6より成る第二データ・ストリームは導波路126bに導かれる。

【0052】光サーキュレータおよびBragg格子の動作は本質的に同じであるが、しかしながら第一サーキュレータ128aと格子1、3、5と関係する制御回路の組み合わせ（この組み合わせは方向制御回路として機能）は、チャンネル1、3、5の流れおよび方向を制御し、一方第二サーキュレータ128bと格子2、4、6と関係する制御回路の組み合わせ（この組み合わせは方向制御回路として機能）は、チャンネル2、4、6の流れおよび方向を制御する。

【0053】動作に当たって、チャンネル1、3、5を構成するデータ・ストリームは光サーキュレータ128aの第一ポートで受けられ、第二ポートに循環され、そこで信号は同調型Bragg格子1、3、5に導かれる。例えば、同調型Bragg格子1が中心波長 λ_1 を反射するよ

うに同調された時、チャンネル1の波長帯域内の波長は後方に反射され、再びサーキュレータ128aのポート2に入り、そして同じサーキュレータのポート3に循環される。

【0054】ポート3はドロップポートとして作用し、チャンネル1はOUT1と名付けられるポートにドロップされる。格子3と5がそれぞれ λ_3 と λ_5 に中心を置いた波長を通過させるように同調されている場合、チャンネル3と5は導波路134aを通過させられ、インターリーパー回路122bに導かれ、そこにおいて総ての入力信号を導波路130における一個の複合出力信号に多重化する。

【0055】同調型Bragg格子は良く知られており、色々な手段で同調できる。例えば、格子に熱を加えることによりその周期を変更し、その中心（反射）波長を変える。あるいは、しかし余り好ましくはないが、格子はそれを引っ張りまたは圧縮することにより同調させられる。有利なことに、チャンネル1から6を含む入力信号は各隣接波長を異なる導波路に經由させるような仕方で分離されるので、チャンネル1、3、5、およびチャンネル2、4、6を含む多重分離化されたストリームは、これらのデータ・ストリームを更に多重分離化するためにより精度の少ない格子で十分である。チャンネル2は導波路126aのデータ・ストリーム内では除去されているので、チャンネル1と3間に空間があり、これにより“杜撰な”、傾斜の少ない、より安価なフィルタが使用される。

【0056】導波路136aおよび136bは、それぞれ新チャンネル1、3、5、および2、4、6をシステムに入射する手段を提供する。あるいは、別の中心波長を持つ別のチャンネルが、これらの導波路を経て追加できる。このように、図12のシステムは複数のチャンネル化された波長を回路120に入射することにより特定のチャンネルがドロップ、または追加され、または通過させられることを示している。

【0057】Bragg格子の中心波長を制御する制御回路は図12に示されていないが、当該技術では良く知られている。図13は格子1から3を制御するために個別にオン・オフできる三個のヒーター140a~140cを持つブロック140を図示している。勿論、これらのヒーターはヒーターへの適当な電圧または電流の提供を供給または制御するために、デジタル-アナログ変換器を持つ適当にプログラムされたマイクロコントローラ144によって制御される。更に、帰還回路（フィードバック回路）が最適な制御を行うために利用される。

【0058】図12に示された実施形態例は例示であり、理解を助けるために僅かのチャンネルと単一ステージのデインターリーブで示されているが、しかしながら40以上のチャンネル複合信号がシステムに入射する好ましい実施形態例においては、マルチステージのデイン

10

20

30

40

50

ターリーブが好ましい。例えば、出力 1 はチャンネル 1、9、17、25 を持ち、出力 2 はチャンネル 2、10、18、26 を持つ等である。

【0059】このように、多重分離化デインターリーブはチャンネルを 8 個のデインターリーブされたグループに分離する。このようなデインターリーブは FSR = 800 GHz を持ち、ここで 5 波長が 800 GHz で分離され、デインターリーブの各出力ポートに出力されるように、40 チャンネルは 100 GHz 間隔を持つ。

【0060】図 12 に示された実施形態例において、Bragg 格子は 1、3、5 は導波路 134a に直列に縦続接続されて示されている。しかしながら、より多数の Bragg 格子が直列に縦続接続される構成、例えば格子 1、3、5、7、9 が光ファイバに沿って直列に配置された構成においては、高次波長の格子、この場合例えば格子 7 と 9 からの望ましくないクラディングモードは、低次チャンネル波長の帯域内に望ましくない二次反射を提供する。

【0061】より単純に言えば、(例えば) チャンネル 7 と 9 からの二次ピーク反射は、チャンネル 1 から 5 の幾つかのスペクトルを“汚染”する。この“汚染”、すなわち漏話は望ましくなく、データ・ストリームの完全性を害し易くする。しかしながら、この望ましくない効果は、最初に帯域分割を始めることにより、例えば Bragg 格子の前の回路内の前段で帯域分割フィルタを設けることにより低減され、または回避される。

【0062】絶縁 (アイソレーション) はこれらの信号を Bragg 格子 1、3 をもつ第 1 の導波路と、Bragg 格子 5、7 をもつ第 2 の導波路に通過させる前にチャンネルを、チャンネルグループすなわち 1、3 および 5、7 に分割することによって与えられる。このことが図 17b に 12 チャンネルシステム用として図示され、そこでは帯域分割は帯域を低次の波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 の組と高次の波長 λ_7 、 λ_9 、 λ_{11} の組に分割する帯域分割フィルタ 170 によって実施されている。図 17 (a) は事前帯域分割が実施されない本発明による代表的なシステムを図示する。

【0063】次に、本発明の別の実施形態例がさらに提供され、ここで集積チップの形式の 4 ブロックが、図 12 に示された回路の機能性を提供するために共に結合されている。この別の実施形態例の一つの面は、図 12 に示された個別構成成分の一部を置き換える導波路チップに関係する。例えばアッドポート 136a および 136b を含む光ファイバ 134a および 134b は、図 14 の集積回路で置き換えられる。

【0064】図 14 に示す実施形態例を参照し、複数のマッハツェンダ (MZ) 干渉計 (図では唯一つのみ示されているが) がポリマー光ガイド層を持つ個別波長チップ内に設けられている。各 MZ アーム 150a および 150b 内に四つの Bragg 格子がある。アーム 150a および

150b の対になる格子は、固定中心波長を持つ対になる一方の格子が固定型であり、他方のアームにある同じ又は同様な中心波長を持つその相補的格子が同調型であるように配列される。示されるように、固定型格子 λ_1 は対応する同調型格子 λ_1' を持ち、固定型格子 λ_2 は対応する同調型格子 λ_2' を持つという如くである。

【0065】各同調型格子は、第一 MZ の相対するアームの同じチャンネル 1、9、17、25 に対応する光の間の位相関係を変化させる手段を提供するために僅かにチャープされる。同調型格子を独立して同調することにより、チャンネル 1、9、17、または 25 に対応する光はドロップポート、透過ポート、またはその双方に導かれる。

【0066】随意的に、格子はチャンネルをモニターポートに通過させるために同調される。ポリマー導波路材料の高い熱-光学効果、および温度変化による高い屈折率の変化により、別の実施形態例が可能であり、そこにおいては一つの同調型格子が使用され、複数の光チャンネルの何れか一つを選択的に反射するように調整される。このことは、総ての格子が同調型で直列に縦続接続されている図 12 の構成に特に適用可能である。

【0067】動作時、図 14 の回路は、多重分離化されまたはデインターリーブされる四つの光チャンネル 1、9、17、25 を受け入れ、それらのチャンネルの総て、または幾つかを第二インターリーブ、またはマルチプレクサに向かって前方に透過されるために選択的に OUT ポートに導かれる。別の動作モードにおいて、同調型 Bragg 格子の状態に依存して個々のチャンネルは、ドロップ (IN) ポートの外部へ通過するように導かれる。加熱または冷却の適用を通して、特定の格子の実効反射波長は変化され、二つのアーム上の同じ波長信号間の位相シフトが達成される。適当な位相シフトの有無は信号を好ましい方向に導くために使用される。新しい信号は、都合良くアッド (OUT) ポートに入射される。

【0068】図 15 に示す実施形態例を参照して、第一入力ポートに入射した中心波長 λ_1 、 λ_9 、 λ_{17} 、 λ_{25} に対応するチャンネルを持つ導波路チップが示されている。中心波長 λ_2 、 λ_{10} 、 λ_{18} 、 λ_{26} に対応するチャンネルは第二入力ポートに入射する等、複数の入力ポートが設けられている。こうして (場合に応じて) 8 または 16 導波路の配列は導波路チップから分岐された信号を受け、その一部が図 15 に示されている。

【0069】各導波路は 4 径路に分割され、三つの Bragg 格子の縦続接続が各アームに設けられている。格子の長さおよび周期は、一つを除いて総ての波長/チャンネルが阻止されるように選択される。例えば最上部のアーム 155 では、それぞれチャンネル 9、17、25 に対応する光を反射し、チャンネル 1 に対応する光を通過させるように格子 157a、157b、157c が選択される。

【0070】次のアームでは、それぞれチャンネル17、25、1に対応する光を反射し、チャンネル9に対応する光を通過させるように、格子157b、157c、157dが選択される。第三のアームでは、それぞれチャンネル9、25、1に対応する光を反射し、チャンネル17に対応する光を通過させるように格子157a、157c、157dが選択され、最後のアームでは、それぞれチャンネル9、17、1に対応する光を反射し、チャンネル25に対応する光を通過させるように格子157a、157b、157dが選択される。

【0071】勿論、示された導波路チップは、如何なるデインターリーパー回路にも使用でき、それによってインターリーブされたデータの分離ストリームがチップの入力ポートに提供される。更に、導波路チップは三つの入力ポートを持つことに限定されない。

【0072】図16に示された本発明の好ましい実施形態例では、四つの導波路チップが、複合光信号からのチャンネルをアッド（追加）、および／またはドロップ、およびモニターする、集積デバイスを提供するような方法でリボンファイバ（図示せず）と相互接続されている。配列導波路格子（AWG）で形成された第一インターリーパー回路160が、複合多重チャンネル信号をこれまで教示された方法で隔離したチャンネルに多重分離化するために設けられている。

【0073】その一部が図14により詳細に示されている第二チップ161は、第二インターリーパー回路162にチャンネルを追加し、そこから選択されたチャンネルをドロップし、およびそこへ（回路162へ）そのチャンネルを導くために設けられている。ヒーターを制御し、その結果特定のチャンネルを特定の方向に制御された方法で導くように、それぞれのチャンネルの関係位相を制御する制御回路が第二チップ161に結合されている。図15により詳細に示されているモニターチップ163は各チャンネルをモニターするために設けられている。

【0074】図18は図12に示された一つに類似の、16チャンネル信号に対する構成可能なアッド・ドロップ多重分離化回路の略式図である。

【0075】勿論、多くの他の実施形態例が本発明の意図と範囲から逸脱することなく考えられる。例えば、図19(a)、(b)に示すように、一对のレンズ間にダブルエタロンを配置し、後方側のレンズからダブルエタロンを透過したチャンネルをファイバに収束して入力し、前方側のレンズにおいては、チャンネル信号のエタロンへの入力と、エタロンからの反射チャンネルをサーキュレータあるいはファイバへ導入する作用を行わせるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一つの側面において使用されるインターリーパー回路の回路ブロック図である。

【図2】200GHzシステムにおいて二つの波長の間置かれた二つの二色性多層フィルタに対する出力応答のグラフである。

【図3】エタロン113の構成とそのエタロンの透過と反射特性を示す図である。

10 【図4】エタロン114の構成とそのエタロンの透過と反射特性を示す図である。

【図5】エタロン115の結合構成とそのエタロン結合構成の透過と反射特性を示す図である。

【図6】エタロン116の縦続構成とそのエタロン縦続構成の透過と反射特性を示す図である。

【図7】エタロン117の構成とそのエタロンの透過と反射特性を示す図である。

【図8】一つの高密度のチャンネル化光信号を二つのより低密度の光信号に多重分離化する実施形態例のサブシステムの光回路図である。

20 【図9】本発明の一つの側面に従って使用されるシステムの光回路図である。

【図10】本発明の一つの側面に従って使用されるシステムの光回路図である。

【図11】本発明のさらに一つの側面に従って使用される各システムの光回路図である。

【図12】本発明による光回路（光システム）の回路ブロック図である。

【図13】図12に示された回路の、制御回路ブロックを含む部分の略式ブロック図である。

30 【図14】本発明による図12に示された回路の部分の別の実施形態例の光回路図である。

【図15】本発明の光システムによる波長モニター用導波路チップのブロック回路図である。

【図16】本発明の一つの側面に従う四個の導波路チップを示すブロック回路図である。

【図17】波長多重分離化用の第一と第二回路をもつ二つの光回路を比較状態で示す図である。

【図18】図12に示されたものと同様の実施形態例における光システムの略式図である。

40 【図19】一对のレンズ間にダブルエタロンを配置した他の実施形態例の説明図である。

【符号の説明】

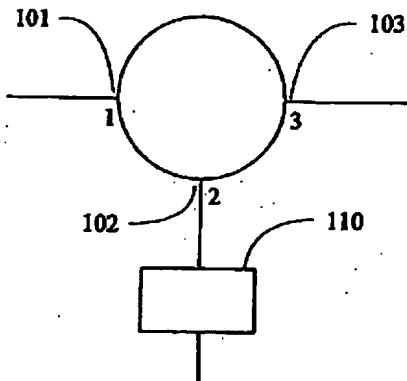
82、128a、128b 光サーキュレータ

113～117 エタロン

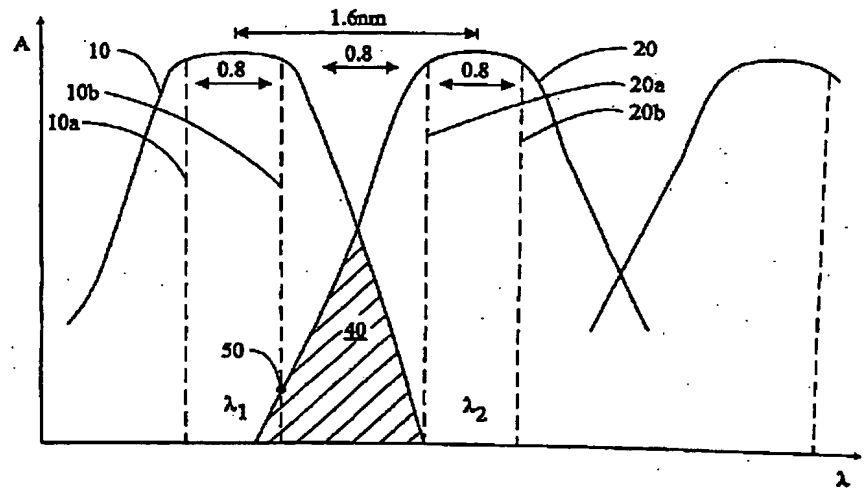
122a 第一インターリーパー回路

122b 第二インターリーパー回路

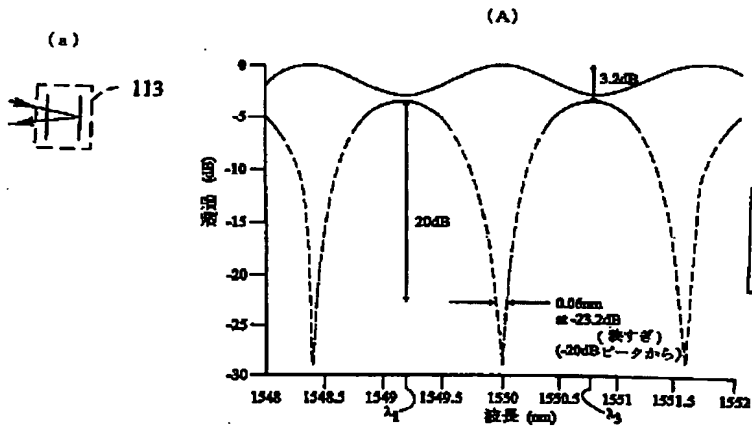
【図 1】



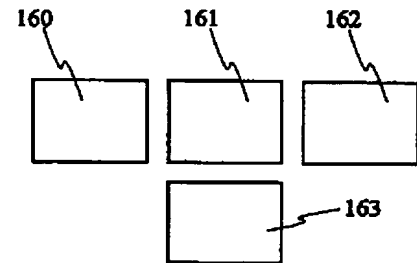
【図 2】



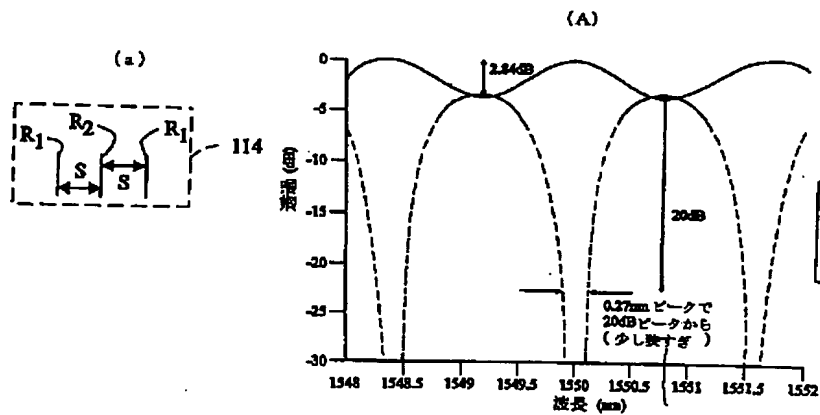
【図 3】



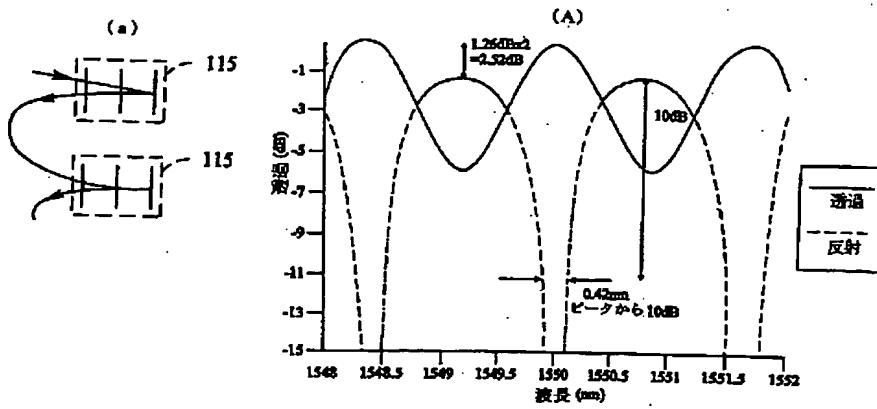
【図 16】



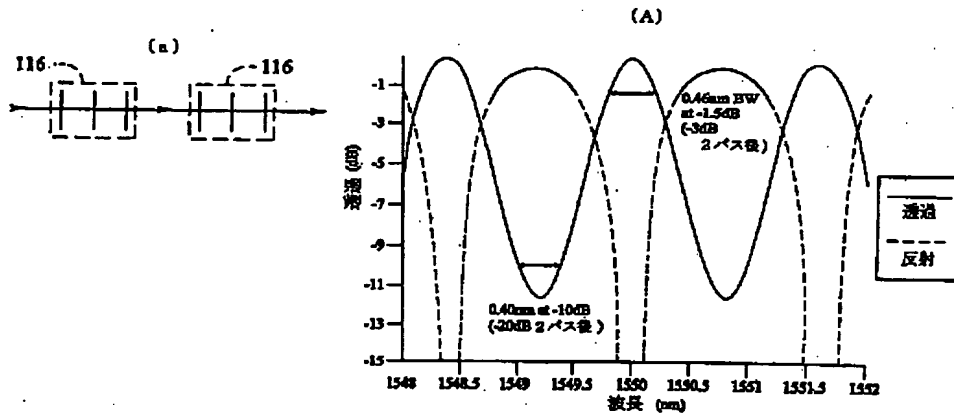
【図 4】



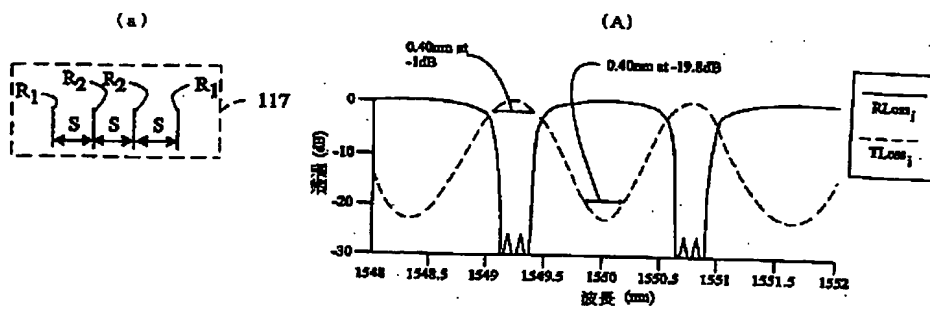
【図 5】



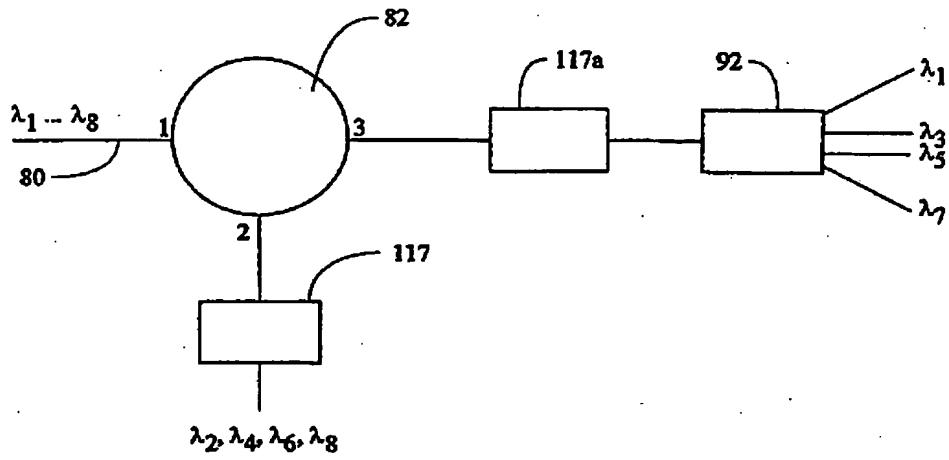
【図 6】



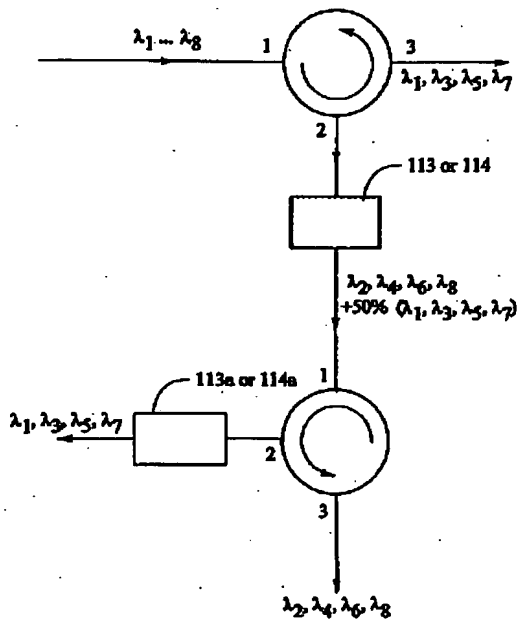
【図 7】



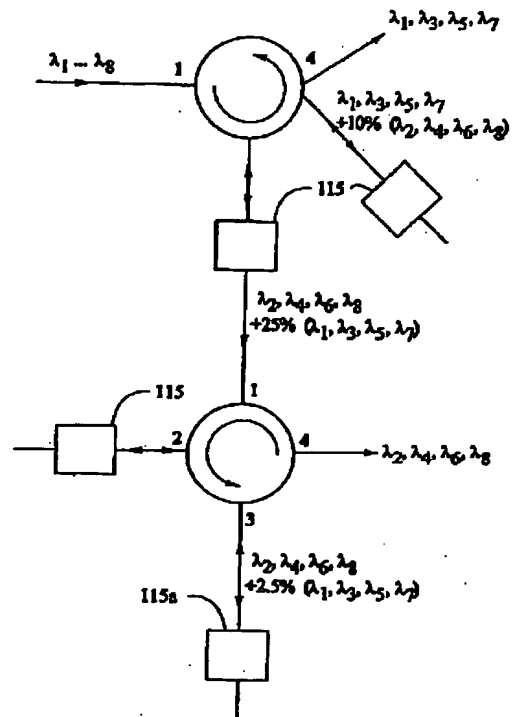
【図 8】



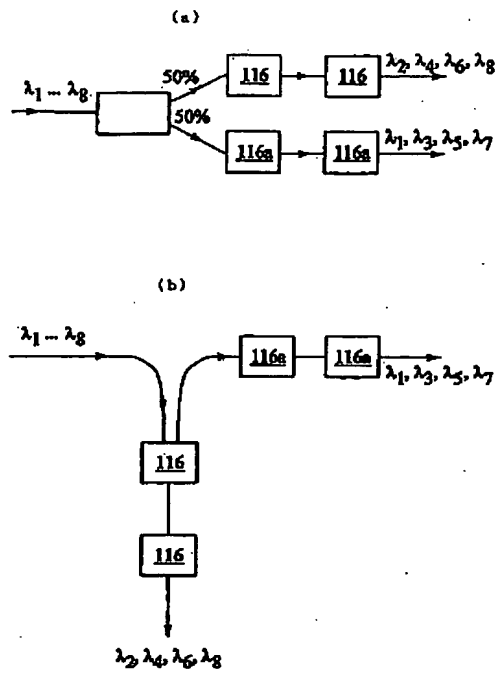
【図 9】



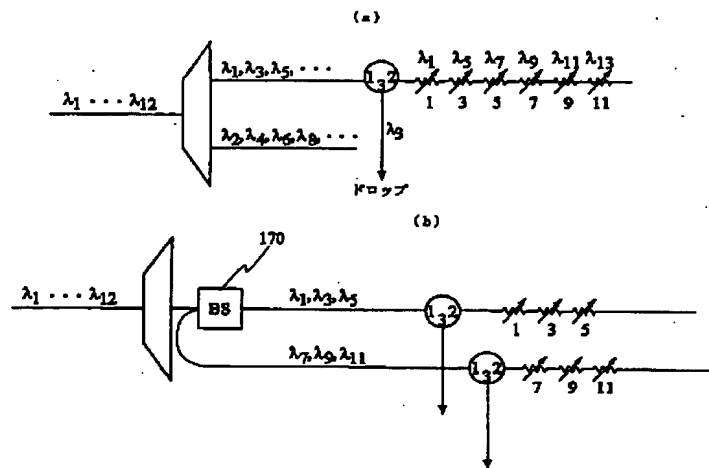
【図 10】



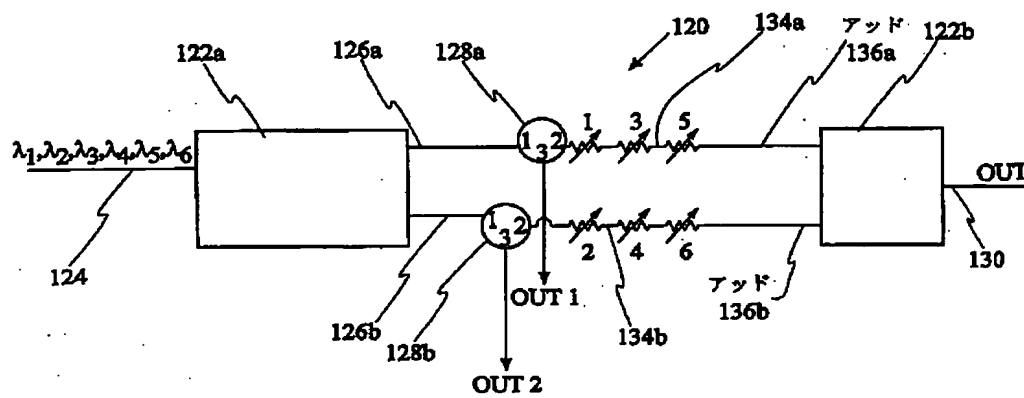
【图 1 1】



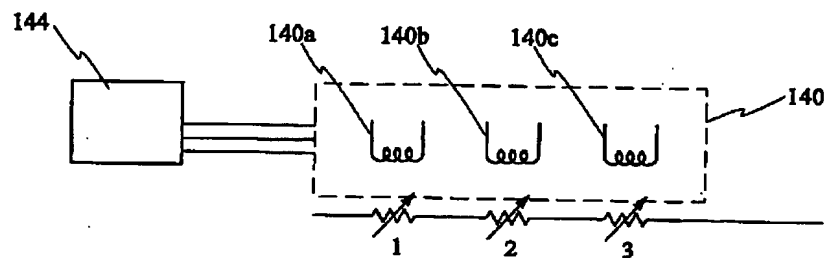
【図 17】



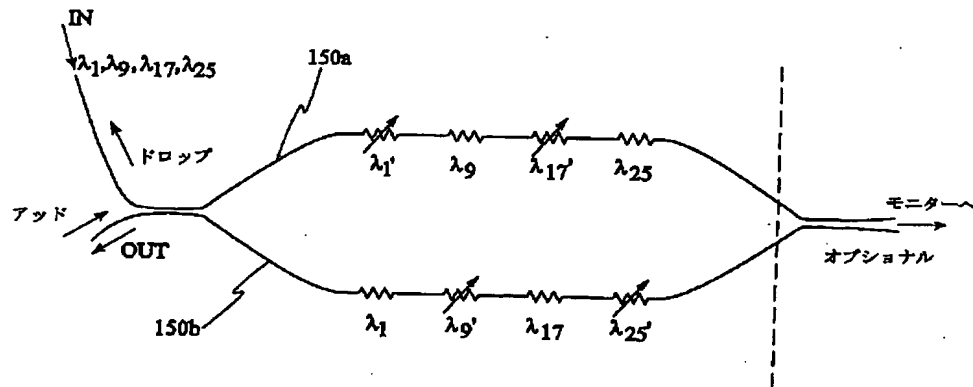
【图 12】



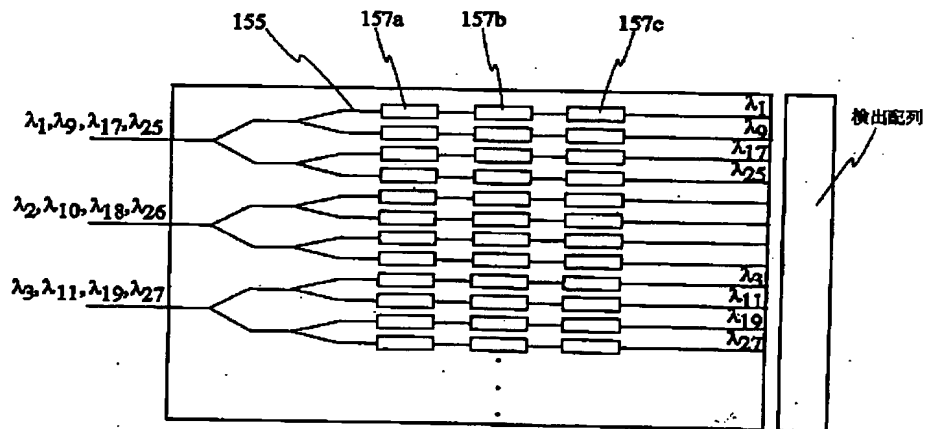
【图 13】



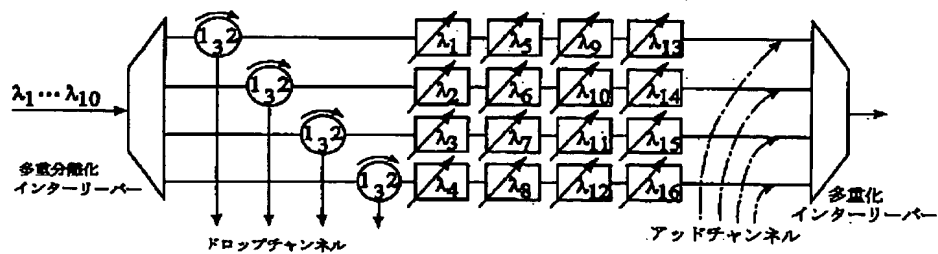
【図 14】



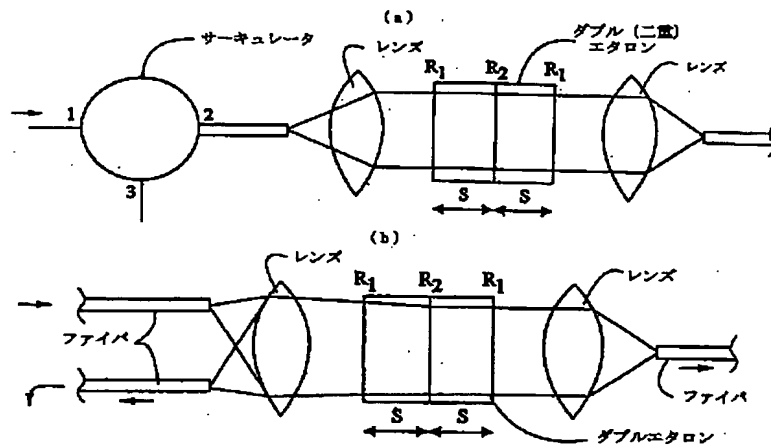
【図 15】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(71)出願人 500003660
 570 West Hunt Club R
 oad, Nepean, Ontari
 o, Canada K2G5W8